

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**





## (12) Offenlegungsschrift

(11) DE 32 11 509 A 1

(51) Int. Cl. 3:

B 66 F 9/24

DE 32 11 509 A 1

(30) Unionspriorität: (22) (33) (31)

31.03.81 JP P56-47741  
31.03.81 JP P56-45962

31.03.81 JP P56-45961

P 32 11 509.1-22

29. 3. 82

18. 11. 82

- (21) Aktenzeichen:  
 (22) Anmeldetag:  
 (43) Offenlegungstag:

(1) K 46019

(71) Anmelder:

Kabushiki Kaisha Toyoda Jidoshokki Seisakusho, Kariya,  
Aichi, JP; Kabushiki Kaisha Meidensha, Tokyo, JP

(72) Erfinder:

Yuki, Katsumi, Toyota, Aichi, JP; Yoshida, Susumu,  
Nishikasugai, Aichi, JP; Ozeki, Mineo, Ichinomiya, Aichi,  
JP; Miyazaki, Yasuyuki, Nishikasugai, Aichi, JP; Kawamata,  
Masaru, Numazu, Shizuoka, JP

(74) Vertreter:

Manitz, G., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Finsterwald, M.,  
Dipl. Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000 München; Gränkow, W.,  
Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart; Heyn, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,  
8000 München; Rotermund, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 7000  
Stuttgart

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und System zur Horizontalsteuerung einer Gabel bei einem Gabelstaplerfahrzeug

Es wird ein Verfahren und ein System zum Steuern einer Gabel eines Gabelstaplerfahrzeuges in bodenparalleler Lage entsprechend den auf der Gabel ruhenden Lasten beschrieben. Es wird entsprechend jeder Gabellast ein Ziel-Rückwärtsneigungswinkel für den Mast vorherbestimmt und in einen Mikrocomputer eingespeichert. Der Mikrocomputer gibt dann Befehlssignale für Vorwärts- bzw. Rückwärtsneigebetrieb des Mastes aus an einen Servomechanismus auf Grundlage von Signalen, die ein Lastsensor ausgibt, und Neigungssignalen, die von einem Potentiometer zum Erfassen der Mastneigungswinkel stammen. Der Neigungsservomechanismus kann den Mast bei einem Rückwärtsneigungs-Zielwinkel einstellen und anhalten, und zwar gegebenenfalls mit geringer Geschwindigkeit, um die Übertragung eines Stoßes auf die Last zu vermeiden. Außerdem wird der Betrieb der Neigungsanzeige überwacht.

(32 11 509)

## MANITZ, FINSTERWALD &amp; GRÄMKOW

Kabushiki Kaisha Toyoda  
 Jidoh Shokki Seisakusho  
 1, Toyoda-cho 2-chome, Kariya-shi,  
 Aichi-ken, Japan

Kabushiki Kaisha Meidensha  
 1-17, Ohsaki 2-chome,  
 Shinagawa-ku, Tokyo, Japan

DEUTSCHL PATENTANWALTE  
 DR. GERHART MANITZ · DIPL.-PHYS.  
 MANI HEID FINSTERWALD · DIPL.-ING., DIPL. WIRTSCH.-ING.  
 WERNER GRAMKOW · DIPL.-ING.  
 DR. HELIANE HEYN · DIPL.-CHEM.  
 HANNS-JÖRG ROTERMUND · DIPL.-PHYS.

BRITISH CHARTERED PATENT AGENT  
 JAMES G. MORGAN B SC (PHYS) D M S

ZUGELASSENEN VERTRITTER BEIM EUROPÄISCHEN PATENTAMT  
 REPRESENTATIVES BEFORE THE EUROPEAN PATENT OFFICE  
 MANDATAIRES AGREEES PHÉS L'OFFICI EUROPÉEN DES BREVETS

P/3/Co-T 2290

München, den 29. März 1982

---

Verfahren und System  
 zur Horizontalsteuerung einer Gabel bei einem Gabelstaplerfahrzeug

---

1. Verfahren zur Steuerung einer an einem Mast eines Gabelstaplerfahrzeuges bodenparallel auf- und abbewegbar abgestützten Gabel entsprechend der darauf befindlichen Last mit Hilfe eines Mikrocomputers, dadurch gekennzeichnet;
- a) daß Zielwinkel für die Rückwärtsneigung des Mastes (1) vorbestimmt werden zur Voreinstellung, um die Gabel (3) auch bei unterschiedlichen auf der Gabel aufliegenden Lasten bodenparallel zu halten,
- b) daß die vorbestimmten Zielwinkel in dem Mikrocomputer (23) eingespeichert werden,
- c) daß die jeweilige auf der Gabel ruhende Last erfaßt wird,
- d) daß entsprechend der erfaßten Last ein in dem Mikrocomputer gespeicherter Zielwinkel der Rückwärtsneigung des Mastes ausgewählt wird,
- e) daß der tatsächliche Mastneigungswinkel gegenüber der vertikal zum Boden stehenden Neutrallage im lastlosen Zustand erfaßt wird,

- f) daß der erfaßte Mastneigungswinkel mit dem gespeicherten Zielwinkel für die Mast-Rückwärtsneigung verglichen wird,
  - g) daß ein Befehlssignal b für den Mast-Rückwärtsneigebetrieb ausgegeben wird, falls der erfaßte Mastneigungswinkel kleiner als der Zielneigungswinkel für die Rückwärtsneigung des Mastes ist und ein Befehlssignal a für den Vorwärtsneigebetrieb des Mastes ausgegeben wird, falls der erfaßte Mastneigungswinkel größer als der Zielrückwärtsneigungswinkel für den Mast ist, sowie ein Mast-Neutrallage-Befehlsignal, falls der erfaßte Mastneigungswinkel gleich dem Ziel-Rückwärtsneigungswinkel für den Mast ist, und
  - h) daß der Mastneigungswinkel zum Ziel-Rückwärtsneigungswinkel für den Mast entsprechend den ausgegebenen Befehlssignalen für den Mastneigungsbetrieb gesteuert wird, so daß die Gabel (3) des Gabelstaplerfahrzeuges bodenparallel gehalten wird auch bei veränderter Last.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorher entsprechend den verschiedenen Gabellasten bestimmten Ziel-Rückwärtsneigungswinkel für den Mast in den Mikrocomputer in eine Anzahl von Neigungswinkelbereichen entsprechend den Gabellasten unterteilt eingespeichert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Vergleichen des erfaßten Mastneigungswinkels mit dem gespeicherten Ziel-Rückwärtsneigungswinkel für den Mast auf folgende Weise durchgeführt wird:

- a) es wird ein Analog-Spannungssignal ( $I_1$ ) ausgegeben, das den Augenblickswert des erfaßten Mastneigungswinkels repräsentiert,
  - b) es wird der Pegel des ausgegebenen Analog-Spannungssignals mit einer Anzahl von vorbestimmten Festspannungspegeln ( $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5$ ) entsprechend einer Anzahl von vorbestimmten Mast-Rückwärtsneigungswinkeln ( $A > 0^\circ, B > 1^\circ, C > 3^\circ, D > 4^\circ, E > 12^\circ$ ) verglichen,
  - c) es werden Signale vom Wert "1" ausgegeben, welche anzeigen, daß der erfaßte Mastneigungswinkel den jeweiligen vorbestimmten Mast-Rückwärtsneigungswinkel (A, B, C, D, E) übertrifft, sobald der ausgegebene Analog-Spannungssignal-Pegel ( $I_1$ ) höher als die jeweilige vorbestimmte Festspannung ( $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5$ ) ist, und Signale vom Wert "0", die anzeigen, daß der erfaßte Mastneigungswinkel kleiner als der jeweilige vorbestimmte Mastrückwärtsneigungswinkel ist, sobald der ausgegebene Analogspannungssignal-Pegel ( $I_1$ ) kleiner als die jeweils vorgegebene Festspannung ist, und
  - d) es wird die Bereichslage eines erfaßten Mast-Rückwärtsneigungswinkel innerhalb eines bestimmten Neigungswinkelbereiches auf Grundlage einer Anzahl von ausgegebenen binären Signalen so bestimmt, daß der erfaßte Winkel zwischen dem größten Winkel mit Anzeige "0" und dem kleinsten Winkel mit Anzeige "1" liegt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung des Mast-Neigungswinkels zum Zielrückwärtsneigungswinkel für den Mast in Abhängigkeit von dem ausgegebenen Mast-Neigungsbetrieb-Befehlssignal auf folgende Weise durchgeführt wird:

- a) es wird das ausgegebene digitale Mastneigungs-Betriebsbefehlssignal  $a$  bzw.  $b$  in ein analoges Mast-Vorwärts- oder -Rückwärtsbefehlssignal  $e_a$  oder  $e_b$  entsprechend dem Digitalsignal gewandelt,
- b) es wird ein die gegenwärtige Mastneutralstellung anzeigenches Analogsignal  $e_o$  erfaßt, wobei der Mast bei dem augenblicklichen Rückwärtsneigungswinkel verharrt,
- c) es werden die gewandelten Befehlssignal-Spannungspegel  $e_a$  bzw.  $e_b$  für den Mast-Neigungsbetrieb mit dem erfaßten Analogsignal-Spannungspegel  $e_o$  verglichen,
- d) es wird ein Ansteuerungssignal für Drehung eines Motors im Uhrzeigersinn ausgegeben, dessen Spannungspegel proportional der Differenz der Spannungspegel der beiden Signale  $e_b$  und  $e_o$  ist, wenn der Befehlssignal-Spannungspegel  $e_b$  des gewandelten Mast-Rückwärtsneigebetriebs höher als der erfaßte Analogsignal-Spannungspegel  $e_o$  ist, und ein Ansteuersignal für Gegenuhrzeigersinn des Motors, dessen Spannungspegel proportional zur Spannungsdifferenz der beiden Signale  $e_a$  und  $e_o$  ist, falls der Befehlssignal-Spannungspegel  $e_a$  des gewandelten analogen Mast-Vorwärtsneigungsbetriebs kleiner als der erfaßte Signalspannungspegel  $e_o$  ist,
- e) es werden die Strömungsrichtungen und die Strömungsmenge eines Hydraulikfluids in Abhängigkeit von dem ausgegebenen Motoransteuersignal für Uhrzeigersinn- bzw. Gegenuhrzeigersinndrehung gesteuert, und
- f) es wird der Mastneigungswinkel durch den gesteuerten Hydraulikfluidstrom an den Zielneigungswinkel für die Mast-Rückwärtsneigung angeglichen, so daß der Mast in den Ziel-Rückwärtsneigungswinkel mit geringer Geschwindigkeit ohne Erzeugung eines Stoßes an dem Mast eingestellt wird.

5. Steuersystem für eine an einem Mast eines Gabelstaplerfahrzeuges bodenparallel bewegbar abgestützte Gabel entsprechend den auf die Gabel aufgelegten Lasten, gekennzeichnet durch
  - a) einen Hydraulik-Neigezylinder (7) zum Einstellen der Neigungslage des Mastes (1),
  - b) einen Hydraulik-Hebezylinder (6) zum Anheben oder Ablassen der Gabel (3),
  - c) ein erstes, mechanisch mit dem hydraulischen Neigezylinder (7) gekoppeltes Potentiometer (21) zum Erfassen von Vorwärts- oder Rückwärtsneigungswinkeln des Mastes und zur Ausgabe von entsprechenden Signalen ( $I_1$ ),
  - d) einen mechanisch mit dem Hydraulik-Hebezylinder verbundenen Lastsensor (24) zum Erfassen der auf der Gabel (3) ruhenden Last und zur Ausgabe von entsprechenden Signalen,
  - e) einen mit dem ersten Potentiometer verbundenen Analog/Digital-Wandler (22) zum Wandeln des für den Mastneigungswinkel bezeichnenden Analogsignals in das entsprechende Digitalsignal,
  - f) einen Mikrocomputer (23) mit
    - 1) einer Eingangs-Schnittstelle (231), die mit dem A/D-Wandler (22) zum Eingeben der gewandelten digitalen Neigungswinkelsignale in den Mikrocomputer (23) und mit dem Lastsensor (24) zum Wandeln der erfaßten analogen Lastsignale in die entsprechenden digitalen Lastsignale und zur Eingabe derselben in den Mikrocomputer verbunden ist,

- 2) einen Speicher mit freiem Zugriff RAM (235),
  - 3) einen Auslese- oder Festwertspeicher ROM (234) zum Speichern vorgegebener Programmabfolgen und von Zielwinkelwerten für Mast-Rückwärtsneigungswinkel zur Voreinstellung, um die Gabel (3) entsprechend den auf ihr ruhenden unterschiedlichen Lasten hodenparallel zu halten,
  - 4) einer zentralen Verarbeitungseinheit CPU (233) zum Auswählen eines Mast-Rückwärtsneigung-Zielwinkels aus den in dem ROM gespeicherten Winkeln entsprechend dem erfaßten digitalen Lastsignal, zum Vergleichen des erfaßten digitalen Mast-Rückwärtsneigungswinkels mit dem ausgewählten Mast-Rückwärts-Zielneigungswinkel und zum Ausgeben eines Befehlssignals a für den Mast-Vorwärtsneigebetrieb, falls der erfaßte Mast-Rückwärtsneigungswinkel größer als der ausgewählte Mast-Rückwärts-Zielneigungswinkel ist, eines Befehlssignals b für Mast-Rückwärtsneigungsbetrieb, falls der erfaßte Mast-Rückwärtsneigungswinkel kleiner als der ausgewählte Mast-Vorwärts-Zielneigungswinkel ist, und eines Befehlssignals für Mast-Neutrallage, falls beide Winkel gleich sind,
  - 5) einer Ausgabeschnittstelle (232) zum Ausgeben der Befehlssignale a oder b für die Mastneigung aus dem Mikrocomputer (23), und
- g) ein Neigungssteuerventil (27), das zwischen dem Mikrocomputer (23) und dem hydraulischen Neigungszyylinder (7) angeschlossen ist, um die Strömungsrichtung von in den hydraulischen Neigungszyylinder geführtem Hydraulikfluid zur Neigung des Mastes nach vorne oder nach

rückwärts umzusteuern in Abhängigkeit von den durch den Mikrocomputer ausgegebenen Befehlssignalen a bzw. b für Mast-Vorwärts- bzw. Rückwärtsneigung.

6. Steuersystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein Neigungs-Servomechanismus (26) zwischen dem Mikrocomputer (23) und dem Neigungssteuerventil (27) angeschaltet ist, aus folgenden Teilen:
  - a) einem mit dem Mikrocomputer (23) verbundenen D/A-Wandler (60) zum Wandeln des digitalen Befehlssignals a für den Mast-Vorwärtsneigebetrieb und des digitalen Befehlssignals b für den Mast-Rückwärtsneigebetrieb in die entsprechenden Analogsignale  $e_a$  bzw.  $e_b$ ,
  - b) einem zweiten Meldepotentiometer (55) zum Erfassen eines die Mastneutrallage bezeichnenden Analogsignals  $e_o$ , wobei bei der Neutrallage der Mast in dem augenblicklichen Rückwärtsneigungswinkel verharrt,
  - c) einem mit dem D/A-Wandler (60) und dem zweiten Potentiometer (55) verbundenen Komparator (61) zum Vergleichen der Spannungspegel der aus den vom Mikrocomputer ausgegebenen Befehlssignalen a oder b gewandelten Analogsignale  $e_a$  bzw.  $e_b$  für den Mast-Vorwärts- bzw. -Rückwärtsneigebetrieb mit dem Spannungspegel des vom zweiten Potentiometer (55) abgegebenen Analogsignals  $e_o$ ,
  - d) einer mit dem Komparator (61) verbundenen Motorsteuerung (63) zum Ausgeben eines Steuersignals für Uhrzeigersinn-Drehung eines Motors, dessen Spannungspegel proportional dem Unterschied der Spannungspegel der beiden Signale  $e_b$  und  $e_o$  ist, falls der gewandelte analoge Steuersignal-

spannungspegel  $e_b$  für Mast-Rückwärtsneigebetrieb größer als der erfaßte analoge Signalspannungspegel  $e_o$  ist, und eines Steuersignals für Gegenuhrzeigerbetrieb eines Motors, dessen Spannungspegel proportional der Differenz der Spannungspegel der beiden Signale  $e_a$  und  $e_o$  ist, falls der Spannungspegel  $e_a$  des gewandelten analogen Befehlssignals für Mast-Vorwärtsneigebetrieb kleiner als der erfaßte Signalspannungspegel  $e_o$  ist,

- e) einem Servomotor (54),
- f) einer mit dem Servormotor und der Motorsteuereinheit verschalteten Servomotor-Steuerschaltung (64) zum Antrieb des Servomotors im Uhrzeiger- bzw. Gegenuhrzeigersinn in Abhängigkeit von dem jeweils von der Motorsteuerung (63) abgegebenen Motorsteuersignal in der Weise, daß der Motorsteuerstrom proportional dem Spannungspegelunterschied des Steuersignals  $e_a$  bzw.  $e_b$  und dem erfaßten Signal  $e_o$  ist,
- g) einem beim Lösen durch eine Feder (59a, 59b) in eine Neutrallage zurückstellbaren Zahnrad (57), das mit dem zweiten Meldepotentiometer (55) verbunden ist,
- h) einer elektromagnetischen Kupplung (56) zur mechanischen Verbindung des Servomotors (54) mit dem Zahnrad (57) bei beaufschlagter Kupplung während einer bestimmten Zeitlänge in Abhängigkeit von einem von dem Mikrocomputer (23) abgegebenen Zeitsignal und zum Lösen des Servomotors von dem Zahnrad bei entriegelter Kupplung,
- i) einem mechanisch mit dem Zahnrad (57) gekoppelten Neigungssteuerventil (27) zum Zuführen von Hydraulikfluid zu dem hydraulischen Neigungszyylinder (7) in Rückwärtsneigerichtung für den Mast, falls der Servomotor im Uhr-

zeigersinn gedreht wird, oder in Vorwärtsneigerichtung für den Mast, falls der Servomotor im Gegenuhrzeigersinn gedreht wird, wobei das Neigungssteuerventil durch das federrückstellbare Zahnrad in seine neutrale Sperrstellung für das Hydraulikfluid zurückgestellt wird beim Lösen des Zahnrades von dem Servomotor bei entriegelter elektromagnetischer Kupplung, so daß der Mast mit relativ geringer Geschwindigkeit auf den Zielneigungswinkel gesteuert wird.

7. Steuersystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Mast-Rückwärts-Zielneigungswinkel zum Voreinstellen entsprechend der verschiedenen Gabellasten in dem ROM in eine Anzahl von Neigungswinkelbereichen entsprechend der jeweiligen Gabellast unterteilt gespeichert sind.
8. Steuersystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der A/D-Wandler (22) aus einer Vielzahl von Komparatorkreisen ( $CP_1, CP_2, CP_3, CP_4, CP_5$ ) aufgebaut ist, von denen jeweils eine Eingangsklemme (+) mit einer die Ausgangsspannung des ersten Potentiometers (21) führenden Klemme ( $I_1$ ) und die jeweils andere Eingangsklemme (-) mit einer aus einer Reihe von vorbestimmten Festspannungspegeln ( $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5$ ) entsprechend einer Anzahl von vorbestimmten Mast-Rückwärtsneigungswinkeln ( $A > 0^\circ, B > 1^\circ, C > 3^\circ, D > 4^\circ, E > 12^\circ$ ) beaufschlagt ist und deren Ausgangsklemmen jeweils mit dem Mikrocomputer einzeln verbunden sind, wobei die Komparatorkreise Signale vom Pegel "1" ausgeben zur Anzeige, daß der erfaßte Mastneigungswinkel größer als der jeweilige Mast-Rückwärtsneigungswinkel (A, B, C, D, E) ist, falls das an der

Eingangsklemme ( $I_1$ ) anliegende Spannungssignal höher als die jeweils vorbestimmte Festspannung ( $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5$ ) ist, und Signalwerte "0", die anzeigen, daß der erfaßte Mastneigungswinkel unter dem vorbestimmten Mast-Rückwärtsneigungswinkel liegt, wenn das Spannungssignal geringer als die vorbestimmte jeweilige Fixspannung ist.

9. Steuersystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer die Lage des erfaßten Mast-Rückwärtsneigungswinkels in einem der vorbestimmten Neigungswinkelbereiche bestimmt auf Grund einer Vielzahl von dem A/D-Wandler (22) ausgegebenen Binärsignalen in der Weise, daß der erfaßte Winkel zwischen dem größten Winkel mit Anzeige "0" und dem kleinsten Winkel mit Anzeige "1" liegt.
10. Steuersystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikrocomputer (23) zusätzlich folgende Teile enthält:
  - a) eine Fehlbetrieb-Erfassungsschaltung, die in der Eingabeschnittstelle aufgenommen ist, um die jeweils von dem A/D-Wandler ausgegebene Bit-Reihe mit einer von vorgegebenen Referenz-Bit-Reihen (Ref 1, ... Ref 6) zu vergleichen und ein Alarmsignal zu erzeugen, wenn die gegenwärtig ausgegebene Bit-Reihe nicht mit einer der vorbestimmten Referenz-Bit-Reihen übereinstimmt, wobei jede vorbestimmte Referenz-Bit-Reihe einer der im Normalbetrieb von dem A/D-Wandler ausgegebenen Bit-Reihe entspricht,
  - b) eine mit der Fehlbetrieb-Erfassungsschaltung verbundene Alarmschaltung zur Erzeugung eines Alarms in Abhängigkeit

keit von dem durch die Fehlbetrieb-Erfassungsschaltung erzeugten Alarmsignal.

11. Steuersystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Fehlbetrieb-Erfassungsschaltung folgende Teile enthält:

- a) eine Vielzahl von mit dem A/D-Wandler (22) verbundenen Bit-Reihen-Komparatoren (117, 118, 119, 120, 121, 122) zum Vergleichen der gegenwärtig durch den A/D-Wandler ausgegebenen Bit-Reihe mit jeweils einer der vorbestimmten Referenz-Bit-Reihen und zum Ausgeben eines Bitsignals vom Wert "1", falls die vorliegende Bit-Reihe nicht mit der jeweiligen Referenz-Bit-Reihe übereinstimmt, und
- b) ein UND-Gatter (124), dessen Eingangsklemmen jeweils mit der Ausgangsklemme eines der Bit-Reihen-Komparatoren verbunden ist und dessen Ausgangsklemme mit der Alarmschaltung verbunden ist zur Ausgabe eines Alarmsignals, falls alle Bit-Reihen-Komparatoren Bitsignale vom Wert "1" abgeben.

Die Erfindung betrifft allgemein ein Verfahren und ein System zum Steuern einer durch den Mast eines Gabelstaplers zur vertikalen Auf- und Abwärtsbewegung parallel zum Boden abgestützten Gabel mit Hilfe eines Mikrocomputers, und insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren und ein System zum Einstellen des Rückwärts-Neigungswinkels des Mastes in der Weise, daß die Gabel immer parallel zum Boden gehalten wird, unabhängig von der gegebenenfalls wechselnden Belastung der Gabel.

Es ist vorgesehen, beim automatischen Hebebetrieb eines Gabelstaplers einen Mikrocomputer zu verwenden. In diesem Fall wird das automatische Anheben dadurch ausgeführt, daß eine Anzahl von Betriebsbefehlssignalen von dem Mikrocomputer ausgegeben wird, basierend auf einem Vergleich der augenblicklichen Gabelhebehöhe, die durch einen Hebesensor erfaßt wird, mit der vorher in einem Mikrocomputer gespeicherten Vergleichsgabel-Hebehöhe.

Wenn ein Gabelstapler zum Anheben einer Last benutzt wird, ist die Anhebehöhe wichtig. Diese Anhebehöhe wird normalerweise dadurch abgeleitet oder erfaßt, daß der Laufweg einer Kette oder die Anzahl der Umdrehungen eines Kettenrades erfaßt wird. In diesem Fall wird dann, wenn die Gabel genau in paralleler Lage zum Boden ist, die Anhebehöhe zwischen der Horizontalstellung der Gabel und dem Boden über die Gesamtausdehnung des horizontalen Teils der Gabel konstant sein; wird jedoch der Hebemast nach vorne oder nach hinten geneigt, so befindet sich die Gabel mit ihrem horizontal liegenden Teil nicht parallel zum Boden, und die Anhebehöhe am freien Ende dieses horizontalen Gabelabschnitts ist dann nicht gleich der an dem befestigten Ende des Horizontalabschnitts

29.06.82

- 13 -

der Gabel vorhandenen Anhebehöhe, die auf Grundlage des Laufweges der Kette berechnet ist.

Um dieses Problem zu überwinden wird deshalb bei dem üblichen automatischen Hebebetrieb des Gabelstaplers der Mast, an dem die Gabel auf- und abbewegbar abgestützt ist, zunächst vertikal zum Boden eingerichtet. Falls jedoch eine bestimmte Last auf der Gabel ruht, besteht das Problem darin, daß die Gabel selbst nach vorne geneigt wird und sich zusätzlich der nach vorne gerichtete Neigungswinkel entsprechend der Last ändert, da die auf die Gabel übertragene Last die Vorderräder des Gabelstaplers, den Mast und den Horizontalabschnitt der Gabel selbst verformt.

Bei der üblichen automatischen Mast-Vertikalsteuerung des Gabelstaplers besteht dazu noch ein weiteres Problem, da der Mast normalerweise bei Erreichen seiner Vertikalstellung mit Bezug auf den Boden abrupt angehalten wird, daß ein Stoß auf die auf der Gabel ruhende Last übertragen wird und dadurch besteht die Gefahr, daß diese Last bewegt wird, oder sogar von der Gabel jedesmal dann abgeworfen wird, wenn der Mast abrupt angehalten wird.

Wenn dazu noch ein elektrischer Fehler im Analog/Digital-Converter oder in einem Potentiometer auftritt, das zum Erfassen der Neigungswinkel der Gabel dient, wird ein Bitfehler in irgendeiner der vom Analog/Digital-Wandler ausgegebenen und zum Mikrocomputer geleiteten Bit-Reihen erzielt. Wenn der Mikrocomputer dann seine Regelsteuerung des Neigungszyinders auf Grundlage der fehlerhaften Bit-Reihen ausführt, wird der Mast in einen fehlerhaften, vom oben beschriebenen angestrebten Wert abweichenden Winkel.

gebracht, und das heißt, daß die Last nicht richtig auf der Gabel sitzt und dementsprechend ein Unfall eintreten kann.

Eine ins einzelne gehende Beschreibung des Standes der Technik bei Gabelstaplern wird später im Beschreibungsteil anhand der Zeichnung gegeben.

In Anbetracht dieser Probleme wird als grundlegendes Ziel der vorliegenden Erfindung angesehen, ein Verfahren und ein System zum Steuern einer auf- und abbewegbar durch den Mast eines Gabelstaplers abgestützten Gabel so zu schaffen, daß eine bodenparallele Lage unter allen Lastbedingungen eingehalten wird, und zwar auf Grundlage eines Mikrocomputerbetriebs.

Als weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung wird angesehen, ein Verfahren und ein System zum sanften Anhalten des Mastes in einer Lage zu schaffen, bei der der Horizontalabschnitt der Gabel parallel zum Boden ist, wobei das Anhalten so relativ langsam erfolgen soll, daß auf die auf der Gabel sitzende Last kein Stoß übertragen wird.

Das Verfahren und das System zur Steuerung einer an dem Mast eines Gabelstaplers auf- und abbewegbar abgestützten Gabel soll dabei so ausgeführt werden, daß die stets bodenparallele Lage der Gabel durch stets korrekte Datenzuführung zum Mikrocomputer gewährleistet wird.

Zur Erzielung des primären Ziels besteht das Verfahren zum Steuern einer mit ihrem horizontalen Abschnitt bodenparallel

auf- und abbewegbar durch den Mast eines Gabelstaplers abgestützten Gabel entsprechend der auf der Gabel sitzenden Last erfindungsgemäß darin, daß der Rückwärts-Neigungswinkel für den Mast vorher so festgesetzt wird, daß der Horizontalabschnitt der Gabel in einer bodenparallelen Stellung entsprechend der vorhandenen Last gehalten wird, wobei die tatsächliche auf der Gabel sitzende Last erfaßt und ein angestrebter Mast-Rückwärtsneigungswinkel entsprechend der erfaßten Last ausgewählt wird, daß der tatsächliche Mast-Neigungswinkel bezogen auf die im unbelasteten Zustand vertikal zum Boden gerichtete Neutralstellung erfaßt wird, daß der erfaßte Mast-Neigungswinkel mit dem angestrebten Mast-Rückwärtsneigungswinkel verglichen wird, daß ein Mast-Rückwärtsneigungs-Befehlssignal ausgegeben wird, falls der erfaßte Winkel kleiner als der angestrebte Winkel ist, bzw. ein Mast-Vorwärtsneigungs-Befehlssignal, wenn der erfaßte Winkel größer als der angestrebte Winkel ist, sowie ein Mastneigungs-Haltebefehlssignal, wenn der erfaßte Winkel gleich dem angestrebten Winkel ist, und der Mast-Neigungswinkel mit Bezug auf den angestrebten Mast-Rückwärtsneigungswinkel in Abhängigkeit von den Befehlssignalen gesteuert wird.

Das Verfahren zum langsamen Anhalten eines Horizontalabschnitt einer Gabel, die auf- und abbewegbar an dem Mast eines Gabelstaplerfahrzeugs bodenparallel abgestützt ist, mit relativ niedriger Geschwindigkeit wird erfindungsgemäß so durchgeführt, daß die ausgegebenen digitalen Befehlssignale für den Mastneigebetrieb in die entsprechenden Analogsignale für Vorwärtsneigung, Rückwärtsneigung und Null-Neutralstellung gewandelt werden, daß ein Analogsignal erfaßt wird, das einen Unterschiedswert von der Neutralstellung bezeichnet.

net, in der der Mast einen Rückwärtsneigungswinkel aufweist, daß das gewandelte Analogsignal mit dem erfaßten Analogsignal verglichen wird und ein einen Motor in Uhrzeigerrichtung antreibendes Signal ausgegeben wird, wenn der Signalspannungspegel des gewandelten Analogsignals geringer als der erfaßte Analogsignal-Spannungspegel ist, und ein einen Motor im Gegenuhrzeigersinn antreibendes Signal ausgegeben wird, wenn der Spannungspegel des gewandelten Signals sich über dem erfaßten Signalspannungspegel befindet, und daß der Mastneigungswinkel zu dem angestrebten Mast-Rückwärtsneigungswinkel in Abhängigkeit von den ausgegebenen Motorantriebssignalen gesteuert wird.

Gleichzeitig enthält das Steuersystem für den Horizontalabschnitt einer an einem Masten eines Gabelstaplerfahrzeugs bodenparallel auf- und abbewegbar entsprechend den an der Gabel gehaltenen Lasten befestigten Gabel erfindungsgemäß ein erstes Potentiometer zur Erfassung der Vorwärts- und Rückwärts-Neigungswinkel des Mastes, einen Lastsensor zur Erfassung der auf der Gabel ruhenden Last, einen Analog/Digital-Wandler zum Wandeln des erfaßten Mast-Neigungswinkel-Signals in das entsprechende Digitalsignal, einen Mikrocomputer, ein Neigungssteuerventil zum Leiten der Strömungsrichtung eines Hydraulikfluids, einen Neigungs-Servomechanismus zum Steuern des Neigungssteuerventils in Abhängigkeit von den vom Mikrocomputer ausgegebenen Steuersignalen für den Neigungsbetrieb nach vorwärts und rückwärts des Mastes zusätzlich zu einem hydraulischen Neigezylinder, einem hydraulischen Hebezylinder usw..

Weiter umfaßt der Neigungs-Servomechanismus zum sanften Anhalten erfindungsgemäß einen D/A-Wandler, ein zweites

Potentiometer, einen Komparator, eine Motorsteuereinheit, einen Servomotor, einen Steuerantrieb für einen Servomotor, ein Zahnrad, eine elektromagnetische Kupplung zusätzlich zum Neigungssteuerventil usw..

Der Mikrocomputer ist dabei erfindungsgemäß mit einem Subroutineablauf versehen, bei dem die gerade auftretenden erfaßten Bit-Reihen mit Vergleichsbit-Reihen verglichen werden und ein Ton-Alarm für eine Betriebsperson erzeugt wird, falls die beiden Reihen nicht übereinstimmen.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung nachfolgend beispielweise näher erläutert; in dieser zeigt:

Figur 1 eine Seitenansicht eines Gabelstaplerfahrzeugs,

Figuren 2 und 3 Seitenansichten eines Gabelstaplerfahrzeugs im Betrieb zur Erklärung der dabei auftretenden Probleme,

Figur 4 eine Teildarstellung eines mehrteiligen Gabelstaplermastes mit angehobener Last zur Erklärung der auftretenden Probleme,

Figur 5 ein Flußdiagramm des automatischen Anhebe- und Ablaßbetriebs bei einem Gabelstapler,

Figur 6 ein schematisches Blockschaltbild eines Steuersystems für die bodenparallele Lage einer Gabel eines Gabelstaplers mit Mikrocomputer,

- Figur 7 eine vergrößerte perspektivische Darstellung eines Mast-Neigungswinkelsensors (eines Potentiometers) zur Verwendung mit dem Steuersystem nach Fig. 6,
- Figur 8 ein Schaltbild einer Ausführung des Komparator-A/D-Wandlerabschnitts aus Fig. 6,
- Figur 9 eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen den vom A/D-Wandler abgegebenen Ausgangssignalen A, B, C, D und E und den Rückwärtsneigungswinkeln des Mastes von 0, 1, 3, 4 und  $12^{\circ}$ ,
- Figur 10 ein Flußdiagramm des Verfahrens zum Vergleich des digital erfaßten Mast-Neigungswinkels mit dem angestrebten Mast-Rückwärtsneigungswinkel,
- Figur 11 ein Flußdiagramm für das Verfahren zum sanften stoßfreien Anhalten eines Staplergabel in bodenparalleler Lage,
- Figur 12 ein schematisches Blockschaltbild der Sanft-Anhalteinrichtung mit einer schematischen Darstellung der Betätigungsseinrichtungen zum stoßfreien Anhalten der Staplergabel in bodenparalleler Stellung,
- Figur 13 ein Flußdiagramm des Erfassungsverfahrens für fehlerhafte vom A/D-Wandler ausgegebene Bit-Reihen,

Figur 14 eine Auflistung der Referenz-Bit-Reihen zum Vergleich mit den vom A/D-Wandler ausgegebenen Reihen, und

Figur 15 ein schematisches Blockschaltbild einer Schaltung zur Ausführung des in Fig. 13 dargestellten Verfahrens, im Mikrocomputer nach Fig. 6 enthalten.

Zur Erleichterung des Verständnisses wird zunächst anhand der Figuren 1 bis 4 die Arbeitsweise eines bekannten Gabelstaplerfahrzeugs erklärt.

Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht eines Gabelstaplerfahrzeugs. Es ist ein Mast oder Hebemast 1 dargestellt, der in der praktischen Ausführung aus einem Paar von Seitenmasten besteht, das neigbar an der Frontfläche des Gabelstaplerchassis 2 befestigt ist. Gemäß Fig. 2 besteht der Mast aus einem Außenmast 1a und einem Innenmast 1b, der aus dem Außenmast 1a ausgefahren werden kann. Die Gabel 3 ist an einem Anhebe- und Ablaßteil 4 befestigt, das längs des Mastes 1 nach oben und unten bewegbar ist, und besteht aus dem Horizontalabschnitt 3b mit dem freien Ende 3a und dem vertikalen Abschnitt 3c. Die Anhebebewegung wird durch einen hydraulischen Hebezylinder 6 bewirkt, der den Innenmast 1b und das Anhebe- und Ablaßteil 4 über eine Kette 5 in Bewegung setzt. Ein hydraulischer Neigungszyylinder 7 dient dazu, den Masten 1 nach vorwärts oder rückwärts zu neigen, und diese Neigung wird durch ein Neigungssteuerventil gesteuert, das in einer Hydraulikleitung vorgesehen ist, die die Verbindung mit einem Neigungs-Servomechanismus herstellt. Diese Teile sind nicht dargestellt. Das Gabel-

staplerfahrzeug ruht auf zwei Vorderrädern 8 und zwei Hinterräden 9.

Bei dem so aufgebauten Gabelstaplerfahrzeug wird (Fig. 2) die Hebehöhe  $H$  normalerweise dadurch bestimmt, daß die Wegstrecke der Kette 5 oder die Umdrehungszahl des Kettenrades 11 erfaßt wird.

Wenn nun der Horizontalabschnitt 3b der Gabel 3 bodenparallel entsprechend Fig. 2 liegt, ist die Anhebehöhe  $H$  des Horizontalabschnitts 3b der Gabel über den gesamten Horizontalabschnitt die gleiche. Wird jedoch, beispielsweise unter dem Einfluß einer angehobenen Last, der Mast 1 aus der senkrecht zum Boden gerichteten Lage nach vorne geneigt und ist aus diesem Grund der Horizontalabschnitt 3b der Gabel 3 nicht parallel zum Boden (Fig. 3) so stimmt die Anhebehöhe  $H'$  am freien Ende 3a der Gabel nicht mit der aus dem Laufweg der Kette oder dergl. bestimmten Anhebehöhe  $H$  an dem unteren Ende des Vertikalabschnitts 3c der Gabel 3 überein.

Aus diesem Grunde muß bei dem üblichen automatischen Hebebetrieb des Gabelstaplerfahrzeugs der Mast 1 zunächst vertikal gegenüber dem Boden ausgerichtet werden, und danach kann der Innenmast und das Anhebe- bzw. Ablaßelement 4 in Bewegung gesetzt werden. Wenn nun die auf der Gabel ruhende Last eine bestimmte Größe erreicht, wird die bodenparallele Lage der Gabel unvermeidbar verändert und die dadurch erreichte Neigung ändert sich gleichfalls in Abhängigkeit von der auf der Gabel ruhenden Last. Die Last deformiert ja die Vorderräder des Fahrzeuges, ändert die Neigung des Innenmastes, ändert die Lage der Gabel usw., insbesondere dann, wenn etwas Spiel zwischen zwei miteinander verbundenen Teilen

besteht, z. B. wenn der Innenmast im Außenmast spielt, wie in Fig. 4 dargestellt.

Zur Überwindung dieser angeführten Probleme dient nun das im folgenden näher erläuterte Steuersystem. Dazu wird zunächst der normale automatisierte Anhebe- und Ablaßbetrieb eines Gabelstaplerfahrzeuges unter Verwendung eines Mikrocomputers anhand der Fig. 5 beschrieben. Nach dem Beginn (Block 1) des automatischen Betriebs wird zunächst bestimmt, ob der Mast vertikal zum Boden ausgerichtet ist (Block 2). Ist das nicht der Fall, beginnt ein Vertikalsetzbetrieb für den Mast (Block 6) und der hydraulische Neigungszyylinder 6 bewegt den Mast je nach der festgestellten Abweichung vor oder zurück, bis dieser vertikal zum Boden steht. Dabei wird bei erreichter genauer Vertikallage ein Signal "Vertikaler Mast" ausgegeben, um den Neigungsbetrieb zu beenden. Ist nun festgestellt, daß der Mast vertikal steht, so wird der automatische Last-Anhebe- und Ablaß-Betrieb eingeleitet (Block 3). Es wird dann (Block 4) bestimmt, ob die angestrebte Anhebehöhe, also die Zielhöhe erreicht ist (Block 4). Ist dies noch nicht der Fall, wird wiederholt der automatische Lastanhebe- und Ablaß-Betrieb durchgeführt. Bei erreichter Zielhöhe wird dann der Anhebe- und Ablaßbetrieb beendet (Block 5).

Wendet man sich nun zunächst der Mast-Vertikalausrichtung (Block 6) zu, so sieht man, daß in Fig. 6 ein Neigungszyylinder 7 vorgesehen ist, der zum Nachstellen des Mastes nach vorne und hinten durch Änderung der Strömungsrichtung des Hydraulikfluids dient. Ein erstes Potentiometer 21 ist mechanisch mit dem hydraulischen Neigungszyylinder 7 verbunden und erzeugt ein analoges Spannungssignal, das dem Nei-

gungswinkel des Mastes proportional ist. Ein A/D-Wandler oder -Converter, der im vorliegenden Fall, wie später gezeigt als eine Art Komparator aufgebaut ist, wandelt das erfaßte, die vorhandene Mastneigung anzeigenende Analogsignal des Potentiometers 21 in eine Vielzahl von binären Digitalsignalen, die anzeigen, ob die erfaßte Mastneigung sich in einem bestimmten Neigungswinkelbereich befindet, wie später im einzelnen anhand der Fig. 8 näher erklärt. Die abgegebenen Signale werden an die Eingangsschnittstelle 231 eines Mikrocomputers 23 angelegt, der außerdem noch eine Ausgabeschnittstelle 232, eine zentrale Verarbeitungseinheit CPU 233, einen Festwertspeicher ROM 234, einen Speicher mit freiem Zugriff RAM 235 und eine Zeitgebereinheit ZG 236 enthält. Außerdem ist ein Lastsensor 24 vorgesehen, der ein hydraulischer Drucksensor sein kann, welcher den Innendruck im hydraulischen Hebezylinder 6 erfaßt. Da der Sensor meist Analogsignale abgibt, muß die Eingabeschnittstelle 231 des Mikrocomputers 23 einen Analog/Digital-Wandler enthalten bzw. wird ein solcher in nicht dargestellter Weise zwischengeschaltet.

Es ist eine Reihe von Daten im ROM 234 des Mikrocomputers 23 gespeichert, die Rückwärts-Neigungswinkel zum Voreinstellen anzeigen, um den Horizontalabschnitt der Gabel bodenparallel zu halten. Diese angestrebten oder vorgeschriebenen Mast-Neigungsdaten werden vorher auf Grundlage von Messungen so ermittelt, daß der Horizontalabschnitt der durch den ursprünglich nach rückwärts geneigten Mast auf- und abwärts bewegbaren Gabel in Abhängigkeit von auf die Gabel aufgesetzten unterschiedlichen Lasten parallel zum Boden gerichtet wird.

Wenn beispielsweise keine Last an der Gabel abgelegt ist, wird der unbelastete Ziel-Neigungswinkel für den Mast (unbelasteter Neutralbereich) so bestimmt, daß er im Bereich von 0 bis  $1^{\circ}$  liegt. Wird eine erste vorbestimmte Last auf die Gabel gesetzt, so wird beispielsweise der erste Mast-Zielneigungswinkel (der erste belastete Neutralbereich) so bestimmt, daß er im Bereich von  $1^{\circ}$  bis  $3^{\circ}$  liegt. Wenn eine zweite Last auf die Gabel aufgesetzt ist, wird der zweite Neigungszielwinkel für den Mast (der zweite belastete Neutralbereich) so bestimmt, daß er im Bereich von  $3^{\circ}$  bis  $4^{\circ}$  liegt.

In manchen Fällen reichen nur zwei Stellungen aus, nämlich eine unbelastete Neutralstellung mit 0 bis  $1^{\circ}$  Rückwärtsneigungswinkel für den Mast und eine belastete Neutralstellung mit einem Neigungswinkel von  $3$  bis  $4^{\circ}$ .

Die Ausgangssignale A bis E des Wandlers 22 werden an den Mikrocomputer 23 weitergegeben. Gleichzeitig wird von dem Lastsensor 24 ein den Hydraulikdruck im Hebezylinder 6 bezeichnendes (digitales oder analoges) Lastsignal abgegeben. Dadurch wird die Anwesenheit oder Abwesenheit einer auf der Gabel 3 sitzenden Last 12 festgestellt. Bei einfacher Lastumschaltung betätigt der Lastsensor 24 einen (nicht dargestellten) Schalter, der ein Ausgangssignal "1" an den Mikrocomputer 23 abgibt, während dann, wenn keine Last vorhanden ist, der (nicht dargestellte) Schalter durch den Lastsensor 24 abgeschaltet wird und dem Mikrocomputer das Ausgangssignal "0" zuführt.

Andererseits ist bei diesem angenommenen einfachen Fall im ROM 234 des Mikrocomputers 23 ein vorbestimmter Rückwärts-

Neigungswinkelbereich für den Mast zur Einhaltung der bodenparallelen Lage des Horizontalabschnitts 3b der Gabel in Abhängigkeit von der auf der Gabel 3 abgelegten Last eingespeichert. Beispielsweise ist bei nicht vorhandener Last der Rückwärts-Neigungswinkel für den Mast für den Bereich von  $0^\circ$  bis  $1^\circ$  als unbelasteter Neutrallagenbereich gespeichert. Für das Vorhandensein einer vorher festgesetzten Last ist dann der Rückwärtsneigungswinkelbereich für den Mast als von  $3^\circ$  bis  $4^\circ$  reichend (belasteter Neutrallagebereich) eingespeichert, so daß der Horizontalabschnitt 3b der Gabel als in bodenparalleler Stellung befindlich angesehen werden kann, wenn dieser Winkel eingestellt wird. Die Bereiche werden, wie bereits erwähnt, auf experimenteller Grundlage ermittelt.

Damit führt der Mikrocomputer 23 eine programmierte Steuerung zum Einstellen des Mastes in eine vertikale Lage gegenüber dem Boden entsprechend dem Flußdiagramm in Fig. 10 aus, und der Rückwärtsneigungswinkel für den Mast wird dann entsprechend der vorbestimmten Last in einen vorbestimmten Bereich gebracht, so daß der Horizontalabschnitt 3b der Gabel 3 parallel zum Boden liegt.

Dabei bestimmt der Mikrocomputer 23, ob der durch das erste Potentiometer 21 erfaßte gegenwärtige Rückwärts-Neigungswinkel des Mastes in dem entsprechend der vorhandenen Last vorbestimmten Neutralbereich liegt und gibt ein Befehlssignal a zur Vorwärtsneigung ab, wenn der Neigungswinkel über dem Neutralbereich liegt, oder ein Befehlssignal b Rückwärtsneigen, wenn der Neigungswinkel unter dem Neutralbereich liegt, und zwar an einem Neigungs-Servomechanismus 26. Durch diesen Mechanismus 26 wird ein Neigungs-Steuerventil 27 so beeinflußt, daß dieses die Strömungsrichtung

des von einer (nicht dargestellten) Hydraulikpumpe gespeisten Hydraulikfluids in den hydraulischen Neigungszylinder 7 ändert, so daß der Rückwärtsneigungswinkel für den Mast in den vorbestimmten Neigungswinkelbereich gebracht wird.

Figur 7 zeigt den Aufbau mit dem ersten Potentiometer 21. Das Potentiometer 21 ist mit einem Winkelhebel 20 versehen, dessen eines Ende an der Achse 21a des Potentiometers 21 befestigt ist. Am anderen Ende des Winkelhebels 20 befindet sich ein Stift 20a. An der Außenumfangsfläche des Zylinderrohrs 7a ist eine Führungsplatte 10 mit einem Schlitz 10a angebracht. In diesem Schlitz 10a sitzt der Stift 20a und die Aufwärts- bzw. Abwärtsbewegung des Zylinderrohrs 7a beim Neigen des Mastes kann nun durch das Potentiometer 21 erfaßt werden, da sich der Hebel bei der Bewegung des Zylinderrohrs dreht. In Fig. 7 ist auch die Kolbenstange 7b zu sehen, die sich mit dem im Zylinderrohr 7a befindlichen Kolben hin- und herbewegt. Wenn die Kolbenstange 7b aus dem Zylinderrohr 7a ausfährt, wird der Mast nach vorne bewegt und gleichzeitig bewegt sich das Rohr 7a nach unten. Die Bewegung des Zylinderrohrs 7a wird nun über den Schlitz 10a und die entsprechende Drehung des Winkelhebels 20 in eine Drehung des Potentiometers 21 gewandelt, und dieses erzeugt ein analoges Spannungssignal entsprechend dem Winkelversatz des Winkelhebels 20, d.h. entsprechend dem Weg des Hydraulikzylinderrohrs 7a.

In Fig. 8 ist die Schaltung eines beispielsweise eingesetzten A/D-Wandlers 22 in Ausführung als Komparator gezeigt.

Dabei ist eine Spannungsversorgungsklemme +E1 vorgesehen, es sind Widerstände  $R_0$  bis  $R_8$  vorhanden (Festwiderstände) und Einstellwiderstände  $VR_1$  bis  $VR_4$ . Weiter sind Einzelkomparatoren  $CP_1$  bis  $CP_5$  vorgesehen.

Bei dem Komparator  $CP_1$  wird eine voreingestellte Spannung  $V_1$  gleich der Spannung, die das erste Potentiometer 21 abgibt, wenn der Mastneigungswinkel gleich  $0^\circ$  ist, an die negative Eingangsklemme (-) angelegt. Damit gibt der Komparator  $CP_1$  ein digitales Ausgangssignal A ab, wenn das Analogsignal  $I_1$ , die vorgegebene Spannung  $V_1$  übertrifft. Das heißt also, wenn das Digitalsignal A den Wert "1" annimmt, bedeutet dies, daß der Mastneigungswinkel mindestens  $0^\circ$  beträgt.

Bei dem Komparator  $CP_2$  liegt an der negativen Eingangsklemme (-) eine vorbestimmte Spannung  $V_2$  an, die gleich der Ausgangsspannung des ersten Potentiometers 21 bei einem Mastneigungswinkel von  $1^\circ$  ist. Damit gibt der Komparator  $CP_2$  ein Digitalsignal B ab, wenn das Analogsignal  $I_1$  den vorgegebenen Spannungswert  $V_2$  übertrifft. Das heißt also, daß das Digitalsignal B den Wert "1" annimmt, wenn der Rückwärts-Neigungswinkel des Mastes  $1^\circ$  oder mehr beträgt.

In gleicher Weise entspricht beim Komparator  $CP_3$  die Spannung  $V_3$  der abgegebenen Spannung beim Mast-Neigungswinkel von  $3^\circ$ , so daß das Digitalsignal C den Wert "1" annimmt, wenn der Mastneigungswinkel  $3^\circ$  oder mehr beträgt. Bei dem Komparator  $CP_4$  entspricht  $V_4$  der Spannung bei dem Mast-Neigungswinkel von  $4^\circ$  und das Digitalsignal D wird "1", wenn der Mast-Neigungswinkel  $4^\circ$  oder mehr beträgt. Bei dem Komparator  $CP_5$  entspricht die Spannung  $V_5$  der beim Neigungswinkel von  $12^\circ$  vom Potentiometer 21 abgegebenen Spannung

und E wird "1", wenn der Neigungswinkel  $12^\circ$  oder mehr beträgt.

Die am ersten Potentiometer abfallende Spannung nimmt mit steigendem Mast-Rückwärts-Neigungswinkel zu und die jeweiligen vorgegebenen Spannungen müssen demnach folgender Beziehung gehorchen:

$$v_1 < v_2 < v_3 < v_4 < v_5$$

In Fig. 9 sind nun die Beziehungen zwischen den vom A/D-Wandler 22 abgegebenen Digital-Ausgangssignalen A, B, C, D und E und den Mast-Rückwärts-Neigungswinkeln angegeben. Wie zu sehen ist, sind im unbelasteten Neutralbereich, d.h. beim Neigungswinkel zwischen 0 und  $1^\circ$  die abgegebenen Digitalsignale des A/D-Wandlers 22  $A = 1, B = C = D = E = 0$ . Ist der Neigungswinkel im Bereich von  $1$  bis  $3^\circ$ , d.h. im ersten belasteten Neutralbereich, so sind die Digitalsignale  $A = B = 1, C = D = E = 0$ . Falls der Neigungswinkel sich in dem Bereich zwischen  $3$  und  $4^\circ$  befindet, d.h. im zweiten belasteten Neutralbereich, so sind die Digitalsignale  $A = B = C = 1, D = E = 0$ .

Fig. 10 zeigt nun das Flußdiagramm des Betriebs zur vertikalen Steuerung für den Mast. Diese Steuerung betrifft die Blöcke 2 und 6 in Fig. 5 und endet deshalb im Block 11 der Fig. 10 mit dem Schritt "Vertikal-Steuerbetrieb für den Mast Ende".

Beim Mikrocomputer 23 wird der unbelastete Mast-Neigungswinkelbereich dann erreicht, wenn das Digitalsignal  $A = 1$ , und die Digitalsignale  $B, C, D$  und  $E = 0$  ist bzw. sind. Die belasteten Neutralwinkelbereiche werden jeweils dann

erreicht, wenn aufeinanderfolgend eines der Digitalsignale B, C und D den Wert 1 erreicht, während das Digitalsignal E immer 0 ist.

Es wird nun anhand der Fig. 9 und 10 der Vertikalsteuerbetrieb für den Mast beschrieben.

Zunächst wird durch den Mikrocomputer 23 beim Beginn des Vertikalsteuerbetriebs bestimmt, ob eine Last an der Gabel vorhanden ist (Block 1). Falls keine Last vorhanden ist, wird, um den unbelasteten Neutralbereich zwischen 0° und 1° zu erreichen, bestimmt, ob das Digitalsignal A am Ausgang des A/D-Wandlers 22 den Wert "1" hat. Falls dies nicht der Fall ist, bedeutet es, daß der Mast nach vorwärts geneigt ist. Dann wird eine Rückwärts-Neigung eingeleitet (Block 3), d.h. der Mikrocomputer 23 gibt ein Signal b Rückwärtsneigen an den Servomechanismus 26 ab. Dann wird das Neigungssteuerventil so betrieben, daß der Mast nach rückwärts geneigt wird. Sobald das Digitalsignal A den Wert "1" erreicht, bedeutet dies, daß der Neigungswinkel sich zwischen 0 und 1° befindet. Dann bestimmt das Programm, ob das Signal B = 0 ist. Falls dieses den Wert "1" hat, bedeutet dies eine Mastneigung nach rückwärts um mehr als 1°, und deshalb wird ein Vorwärtsneigungsbetrieb (Block 5) eingeleitet, und der Mikrocomputer 23 gibt ein Vorwärtsneige-Befehlssignal a an den Servomechanismus 26 ab. Falls das Digitalsignal B den Wert "0" besitzt, bedeutet dies, daß der Mast-Neigungswinkel zwischen 0 und 1° liegt, deshalb endet der Vertikalsteuerbetrieb (Block 11) und als nächstes beginnt der Last-Hebebetrieb (Block 3 in Fig. 5).

Falls eine Last vorhanden ist, bestimmt der Mikrocomputer 23 zuerst die Größe der Belastung der Gabel auf Grund des Aus-

29.03.82

3211509

- 29 -

gangssignals des Lastsensors 24, holt sich aus den im ROM 234 eingespeicherten Daten den entsprechenden vorgegebenen Rückwärts-Neigungswinkelbereich für den Mast (Block 6), d.h. der Mikrocomputer führt einen Tabellen-suchbetrieb aus. Falls dabei der zweite belastete Bereich betroffen ist, muß der Mast im Bereich von  $3^\circ$  bis  $4^\circ$  nach hinten geneigt werden. Deshalb bestimmt der Rechner 23 zunächst, ob das Digitalsignal C vom A/D-Wandler 22 den Wert "1" besitzt (Block 7). Falls dies nicht der Fall ist, d.h. wenn  $C = 0$ , bedeutet das, daß der Rückwärts-Neigungswinkel des Mastes unter  $3^\circ$  liegt, und es beginnt wieder der Rückwärtsneigebetrieb (Block 8) und der Mikrocomputer 23 gibt ein Rückwärts-Neigebefehlssignalb für den Mast an den Servomechanismus 26 ab. Falls das Signal C den Wert "1" hat, bedeutet das, daß der Rückwärts-Neigungswinkel des Mastes mindestens  $3^\circ$  beträgt. Damit wird als nächstes bestimmt, ob das Digitalsignal D den Wert "0" besitzt (Block 9). Falls das nicht zutrifft, d.h., daß  $D = 1$  gilt, bedeutet das, daß der Mast-Rückwärtsneigungswinkel mehr als  $4^\circ$  beträgt, so daß der Vorwärts-Neigebetrieb beginnt (Block 10) und der Mikrocomputer 23 ein Vorwärtsneigungs-Befehlssignal a an den Servomechanismus 26 abgibt. Falls das Signal D den Wert "0" besitzt, bedeutet dies, daß der Rückwärts-Neigungswinkel des Mastes unter  $4^\circ$  liegt, d.h. unter Einbeziehung der vorigen Entscheidungen, daß der Mast-Neigungswinkel zwischen  $3$  und  $4^\circ$  liegt; damit endet der Vertikalsteuerbetrieb für den Mast (Block 11) und es wird ein Neutralstellungssignal für den Mast ausgegeben.

Bei diesen beschriebenen Ausführungen ist es, wenn auch die Mast-Neutralbereiche entsprechend der auf die Gabel einwirkenden Last als getrennte Bereiche dargestellt sind,

29.03.82

- 30 -

möglich, in den ROM eine Funktion des Mast-Neutralwinkels (der anzustrebenden Mast-Neigungswinkel nach rückwärts) entsprechend verschiedenen Lasten einzuspeichern. In diesem Fall wird der Neutralwinkelbereich automatisch kontinuierlich gestellt, wenn die Last sich kontinuierlich oder fortwährend ändert. Auch in diesem Fall nimmt der Neigungswinkel des Mastes selbstverständlich mit der Last zu.

Wie bereits beschrieben erzeugt der Mikrocomputer 23 ein Befehlssignal zum Anheben oder Ablassen der Gabel, sobald der Horizontalabschnitt in der Gabel entsprechend dem eben beschriebenen Vertikalsteuerbetrieb für den Mast parallel zum Boden gestellt wurde und der Vertikalsteuerbetrieb aufhört. Infolge dieses Signals beginnt ein automatischer Last-anhebe- oder-ablaßbetrieb des Gabelstaplerfahrzeugs. Dieser automatische Anhebe- oder Ablaßbetrieb ist dann beendet, wenn die nach dem Laufweg der Kette bei der Bewegung der Gabel nach oben oder unten berechnete Lasthöhe mit der angesteuerten Lasthöhe am freien Ende der Gabel übereinstimmt und so ist es möglich, eine genaue Hebemaststellung, d.h. Anhaltestellung für den ausgefahrenen Mastteil bei dem automatischen Gabel-Anhebe- und -Ablaßbetrieb auch dann festzulegen, wenn die auf der Gabel ruhende Last die Vorderräder, den Mast und den Horizontalabschnitt der Gabel deformiert.

Als nächstes wird anhand der Fig. 11 und 12 nun das Anhalten der belasteten Gabel und gleichzeitig das Anhalten des ausfahrenden Innenmastes erläutert. Sobald der Mikrocomputer 23 das Mast-Neutralstellungssignal erfaßt, d.h. sobald der Mast den angestrebten Rückwärtsneigungswinkel erreicht hat, schaltet der Mikrocomputer 23 die Leistungsversorgung für den Neigungs-Servomechanismus 26 ab, der zum Antrieb des

29.10.80

3211509

- 31 -

Neigungssteuerventils 27 und einer (später erklärten) elektromagnetischen Kupplung 56 zum Verbinden oder Lösen eines Servomotors 54 mit oder von dem Neigungssteuerventil 27 dient. Damit kehrt das federbelastete Neigungssteuerventil abrupt in seine Neutralstellung zurück, d.h. wird von der Feder abrupt zurückgeführt, so daß augenblicklich das Neigungssteuerventil vollständig geschlossen und demgemäß der Mast abrupt in der erreichten Vertikalstellung angehalten wird. Dadurch wird auf die auf der Gabel ruhende Last ein Stoß übertragen, und es besteht die Gefahr, daß die Last bewegt oder sogar von der Gabel abgeworfen wird.

Um dies zu verhindern, wird in der beschriebenen oder noch zu beschreibenden Auslegung der Mast allmählich mit geringer Endgeschwindigkeit zu dem angestrebten Neigungswinkel gebracht, wenn der Mikrocomputer die Befehlssignale ausgibt. Im einzelnen wird ein Differenzwert zu der angestrebten Neutralstellung, in der der Mast zum Anhalten kommen soll, zunächst durch ein zweites Potentiometer erfaßt, und dann wird ein Servomotor so betätigt, daß das Neigungssteuerventil proportional zu dem erfaßten Unterschiedswert angesteuert wird. Damit wird der Servomotor mit hoher Geschwindigkeit gedreht, wenn der Mast-Neigungswinkel noch um einen großen Betrag nachzustellen ist, und mit einer niedrigen Geschwindigkeit, wenn der Mast-Neigungswinkel nur noch wenig nachgestellt werden muß.

Ferner sind ein Zeitgeber und eine elektromagnetische Kupplung vorgesehen. Damit wird nach der Nachstellung des Mastes in die angestrebte Neigungsstellung das Neigungssteuerventil durch die elektromagnetische Kupplung vom Servomotor in die nächstliegende Ventilneutrallage gelöst, in der das Ventil

vollständig geschlossen ist. Diese Kupplung wird dann in Abhängigkeit von einem Signal entriegelt, das der Mikrocomputer mit festem Zeitabstand nach dem Mast-Neutralstellungs-Befehlsignal ausgibt.

Anhand des Flußdiagramms Fig. 11 wird nun die genannte Reihenfolge des Vertikal-Steuerbetriebs für den Mast beschrieben. Wie Fig. 11 zeigt, bestimmt der Mikrocomputer 23 nach dem Beginn (Block 1) des Vertikal-Steuerbetriebs für den Mast auf Grundlage der vom A/D-Wandler abgegebenen Digitalsignale A bis E, ob die Neutralstellung für den Mast erreicht ist, d.h. ob der angestrebte Neigungswinkel vorhanden ist (Block 2). Falls die angestrebte Neutrallage noch nicht eingenommen wird, wird unter stetiger Rückkehr zu Block 1 der automatische Vertikalsteuerbetrieb für den Mast kontinuierlich durchgeführt. Bei erfaßter angestrebter Neutralstellung gibt der Mikrocomputer 23 ein Neutralstellungs-Befehlssignal aus (Block 3), das einen Öffnungsanteil 0 für den Servomotor bedeutet.

Gleichzeitig startet der Mikrocomputer 23 den Zeitgeber (Block 4). Bei dieser Ausführung kann der Zeitgeber ein integrierter Zeitgeber oder ein durch die software bestimmter Zeitgeber in Abhängigkeit vom Takt sein. Nachdem ein vorbestimmter Zeitraum verstrichen ist (Block 5), bremst der Mikrocomputer 23 die elektromagnetische Kupplung und die Ansteuerschaltung 64 für den Servomotor zum Betrieb des Neigungssteuerventils 27 vollständig von ihrer Leistungsversorgung ab (Block 6). Deswegen kehrt das federbelastete Neigungssteuerventil 27 infolge der Federkraft in die Neutrallage zurück, das Neigungssteuerventil wird vollständig geschlossen und der Neigungsbetrieb wird gestoppt (Block 7).

Anhand der Fig. 12 kann nun der tatsächliche Ablauf mit den vorhandenen Geräten beschrieben werden. In Fig. 12 sind die für den Neigungs-Steuerbetrieb notwendigen elektrischen und mechanischen Bauteile gezeigt. Der hydraulische Teil besteht so aus einem Hydrauliköl-Vorratsbehälter 51, einer Hydraulik-Druckpumpe 52, es ist ein Neigungssteuerventil 27 vorhanden, das Verrohrungssystem enthält die Zu- und Rückleitungen 53a bis 53d, wobei 53a die Hydraulikzuleitung von der Pumpe zum Ventil, und 53b die Rückleitung vom Ventil zum Vorratsbehälter ist, während die Leitungen 53c und 53d die Verbindung zwischen dem Steuerventil 27 und den Anschlüssen des doppeltwirkenden Neigungs-Stellzyinders 7 darstellen. Es ist ein Servomotor 54 vorgesehen, ein zweites Meldepotentiometer 55 ist mit der Achse des Servomotors 54 gekoppelt und eine Magnetkupplung 56 ist gleichfalls mit dem Servomotor 54 verbunden. Durch die Magnetkupplung 56 wird, wenn sie erregt ist, die Drehung des Servomotors 54 auf ein Zahnrad 57 übertragen, und dabei wird ein Hebel 58, der mit dem Zahnrad 57 verbunden ist, geschwenkt. An dem Hebel 58 sind Rückstellfedern 59a und 59b befestigt, die ihn bei gelöster Kupplung in eine Neutral-Mittellage stellen. Mit dem Hebel 58 ist der Ventilschieber, der den Öffnungs- und Schließzustand des Ventils 27 steuert, verbunden.

Ein D/A-Wandler 60 wandelt die durch den Mikrocomputer 23 erzeugten Befehlssignale a bzw. b für die Neigungsverstellung in Vorwärts- bzw. Rückwärtsrichtung in ein jeweils entsprechendes Analog-Spannungssignal. Diese Analogspannung am Ausgang des Wandlers 60 wird mit der Spannung verglichen, die das zweite Potentiometer 55 abgibt, die von dem Komparator 61 abgegebene Differenzspannung wird in einem Verstärker 62 verstärkt und einer Motorsteuerung 63 zugeführt, welche kein Signal abgibt, wenn das vom Verstärker 62 kommende Signal

in einem vorbestimmten positiven oder negativen Bereich liegt, d.h. im Neutralbereich ist, während ein Signal zum Anschalten der Transistoren 65 und 66 in der Servomotor-Steuerschaltung 64 abgegeben wird, wenn das Signal des Verstärkers 62 größer als die vorbestimmte positive Bereichsgrenze ist, und ein anderes Signal zum Ansteuern der Transistoren 67 und 68 in der Servomotor-Steuerschaltung 64 abgegeben wird, wenn das Signal des Verstärkers 62 kleiner als die vorbestimmte negative Bereichsgrenze ist. Die Spannungszuführung erfolgt von der Gleichspannungsquelle 69, und es ist ein durch ein Ausgangssignal des Mikrocomputers 23 angesteuertes Relais 70 vorgesehen, dessen normal offener Kontakt 70a die Spannungsversorgung zu der Servomotor-Ansteuerschaltung 64 herstellt bei erregtem Relais 70 bzw. öffnet bei entregtem Relais.

Das erste Potentiometer 21 und der A/D-Wandler (Komparator) 22 sind bereits aus der früheren Darstellung in Fig. 6 bekannt.

Der Betrieb geschieht auf folgende Weise: Sobald der Mikrocomputer 23 mit Leistung beaufschlagt wird, wird die Relaispule 70 erregt und der Kontakt 70a geschlossen. Gleichzeitig wird die Servomotor-Ansteuerschaltung 64 und die elektromagnetische Kupplung 56 in Betrieb genommen, so daß der Servomotor 54 mit dem Zahnrad 57 verbunden ist. Es ist dabei zu beachten, daß in diesem Zustand das zweite Potentiometer 55 mit dem Zahnrad 57 direkt verbunden ist.

Es werde nun ein Rückwärtsneigungs-Befehlssignal  $b$  vom Mikrocomputer 23 zum D/A-Wandler 60 abgegeben, so daß dieser ein entsprechendes Analogsignal  $e_b$  abgibt. Der Spannungspegel dieses Signals  $e_b$  ist nun so gesetzt, daß der

Pegel größer ist als der Spannungspegel  $e_o$  vom zweiten Potentiometer 55 (das in diesem Falle mit dem in Neutralstellung befindlichen Zahnrad 57 verbunden ist), der Komparator 51 vergleicht die beiden Signale  $e_b$  und  $e_o$  und gibt ein positives Signal  $(e_b - e_o) > 0$  ab. Dieses Differenzsignal wird über den Verstärker 62 der Motorsteuerung 63 zugeführt und diese leitet die Rückwärtsneigung des Mastes ein, indem die Transistoren 65 und 66 aufgesteuert werden. Dadurch dreht sich der Servomotor 54 in der in Fig. 12 eingezeichneten Pfeilrichtung und nimmt über die elektromagnetische Kupplung 56 das Zahnrad 57 in gleicher Richtung mit, so daß die Feder 59b sich zusammenzieht, während die Feder 59a gespannt wird. Der Hebel 58 drückt den Schieber im Neigungssteuerventil 57 ein und es erfolgt Zufuhr von Druckhydraulikfluid von der Pumpe 52 über die Zuleitung 53c zum Neigungszyylinder 7, während durch den Kolben des Zylinders verdrängtes Hydraulikfluid durch die Leitung 53d, das Neigungssteuerventil 57 und die Leitung 53b zum Vorratsbehälter zurückfließen kann. Auf diese Weise wird der Kolben im Zylinder 7 nach Darstellung in Fig. 12 abgesenkt und der Mast 1 nach rückwärts geneigt. Während dieses Neigungsbe triebs für den Mast nach rückwärts wird das zweite Potentiometer 55 in die dargestellte Pfeilrichtung mitgenommen, die Spannung  $e_o$  wächst, und damit nimmt der Spannungspegel des Differenzsignals  $(e_b - e_o)$  am Ausgang des Komparators 61 ab. Damit sinkt das Ansteuersignal für die Transistoren 65 und 66 und die Kollektorströme dieser Transistoren nehmen ebenfalls entsprechend dem abnehmenden Spannungspegel des Basissignals ab, so daß die Geschwindigkeit des Servomotors 54 abnimmt. Sobald die Differenzspannung, die die Motorsteuerung 63 erhält, den Mindestbereich erreicht, d.h. zu Null wird, wird der Servomotor 54 angehalten.

Wenn nun der Mast 1 den angestrebten Rückwärts-Neigungswinkel erreicht, wird diese Winkellage durch das erste Potentiometer 21 erfaßt und im Mikrocomputer 23 überprüft. Da der Mikrocomputer 23 zu diesem Zeitpunkt das Befehlssignal für Neutrallage des Mastes an einen Zeitgeber 236 im Mikrocomputer 23 abgibt, beginnt dieser Zeitgeber die Taktimpulse im Mikrocomputer zu zählen. Nach Verstreichen eines vorbestimmten Zeitraumes gibt der Zeitgeber 236 ein Befehlssignal an das Relais 70 ab, um den Servomechanismus in die Neutralstellung zurückzuholen. Das Relais 70 wird entriegelt und die Leistungsversorgung für den Servomechanismus unterbrochen. Die Elektromagnetkupplung 56 trennt den Servomotor 54 vom Zahnrad 57. Damit wird der Hebel 58 durch die Federn 59a und 59b in die Mittellage zurückgestellt, nimmt den Schieber des Neigungssteuerventils 27 mit, so daß das Ventil voll geschlossen wird, und auch das zweite Potentiometer 55 wird in die Neutralstellung zurückgestellt.

Gibt der Mikrocomputer 23 ein Neigungsbefehlssignal  $a$  für Vorwärtsneigung des Mastes an den D/A-Wandler 60 ab, so gibt dieser ein entsprechendes Analogsignal  $e_a$  weiter an den Komparator 61. Es ist nun so eingerichtet, daß der Spannungspegel  $e_a$  kleiner als die vom in der Mittelstellung befindlichen Potentiometer 55 abgegebene Spannung  $e_o$  ist, und der Komparator 61 gibt nun ein negatives Signal ( $e_a - e_o < 0$ ) an den Verstärker 62 weiter. Die Motorsteuerung 63 erregt die Transistoren 67 und 68 und der Servomotor 54 dreht sich im Gegenuhzeigersinn entgegen der in Fig. 12 eingezzeichneten Pfeilrichtung. Die Elektromagnetkupplung 56 ist gleichfalls wieder erregt und das Zahnrad 57 dreht den Hebel 58 so, daß die Feder 59a entspannt und die Feder 59b gespannt wird; gleichzeitig wird der Schieber im Neigungssteuerventil 27 herausgezogen, so daß Druckfluid über die

Leitung 53d in den in Fig. 12 unteren Bereich des Neigungszyinders 7 kommt, während das durch den Kolben des Zylinders verdrängte Öl über die Leitung 53c und das Neigungssteuerventil 27 zum Vorratsbehälter 51 zurückfließt. Der Kolben des Zylinders 7 wird gemäß der Darstellung in Fig. 12 angehoben und der Mast nach vorwärts geneigt.

Da sich auch das zweite Potentiometer 55 zusammen mit dem Zahnrad 57 dreht, nimmt der Spannungspegel des Differenzsignals ( $e_a - e_o$ ) zu, d.h. der Absolutwert wird kleiner. Die Steuerströme an die Basisanschlüsse der Transistoren 67 und 68 werden durch die Motorsteuerung entsprechend verringert und damit auch die Kollektorströme durch diese Transistoren, so daß der Servomotor 54 mit abnehmender Geschwindigkeit dreht, und zwar mit umso geringerer Geschwindigkeit, je weiter der Mast nach vorne geneigt wird. Sobald der Spannungspegel des Differentialsignals in den Neutralbereich (beispielsweise zu 0) kommt (z. B., sobald der Mast um  $1^\circ$  nach vorne geneigt ist), wird der Servomotor 54 angehalten.

Dabei wird die Einstellung des Mastes zum angestrebten Neigungswinkel durch das erste Potentiometer 21 erfaßt, dessen Ausgangssignale, die im A/D-Wandler 22 gewandelt sind, werden im Mikrocomputer 23 überprüft und wiederum gibt der Mikrocomputer 23 das Neutralstellungs-Befehlssignal an den Zeitgeber 236 ab, dieser beginnt die Taktimpulse zu zählen und nach Verstreichen eines vorgegebenen Zeitraumes wird das Relais 70 entriegelt, um den Servomechanismus in die Neutrallage zurückzustellen. Die Leistungszufuhr zum Servomechanismus wird abgeschaltet, die Elektromagnetkupplung 56 löst den Servomotor 54 vom Zahnrad 57 (und vom zweiten

Potentiometer 55), die Federn 59a und 59b stellen den Hebel 58 in die Neutralstellung zurück, der Schieber des Neigungssteuerventils 57 kommt in die Neutralstellung und das Ventil schließt.

Da bei diesem Ablauf eine Verzögerungszeit auftritt, von dem Zeitpunkt der Erzeugung des Mast-Neutralstellungs-Befehlssignals bis zum vollständigen Anhalten des Mastes, besteht die Gefahr, daß der Mast erst anhält, wenn er die angestrebte Haltelage überschritten hat, und deswegen wird der A/D-Wandler so eingestellt, daß das Neutralstellungs-Befehlssignal bereits ausgegeben wird, wenn der Mast noch nicht ganz die angestrebte Zielstellung erreicht hat, um die Genauigkeit zu verbessern.

Wie bereits beschrieben führt der Neigungs-Servomechanismus dazu, daß das Neigungs-Steuerventil 27 jeweils langsam geöffnet oder geschlossen wird, und deshalb wird kein Stoß auf die auf der Gabel ruhende Last übertragen, so daß diese Last davor bewahrt wird, auf der Gabel bewegt oder von ihr abgeworfen zu werden.

Nun wird anhand der Fig. 13, 14 und 15 die Überprüfung der Steuersignale, d.h. die Erkennung von Fehlsignalen erläutert. Fig. 13 zeigt ein Flußdiagramm für den Mikrocomputerbetrieb zur Überprüfung des Betriebs des A/D-Wandlers 22 in seiner Arbeitsweise. In Fig. 14 sind die vom Analog/Digital-Wandler 22 normalerweise ausgegebenen Bit-Reihen in der Reihenfolge Signal E, Signal D, Signal C, Signal B und Signal A aufgezeichnet. Diese Bit-Reihen sind als Referenzreihen REF 1 bis REF 6 gekennzeichnet, damit sie nachträglich mit den tatsächlichen

vom A/D-Wandler (Fig. 6) abgegebenen Bit-Reihen verglichen werden können. Zum Beispiel zeigt REF 2 an, daß die Ausgangssignale E, D, C und B den Wert "0" besitzen, während das Ausgangssignal A den Wert "1" hat.

Bei dem Verarbeitungs-Flußdiagramm Fig. 13 beginnt der Mikrocomputer die Überprüfung des A/D-Wandlers 22, und es wird jeweils die durch den Wandler 22 ausgegebene Bit-Reihe mit jeder Referenzbitreihe REF 1 bis REF 6 verglichen, um zu überprüfen, ob diese beiden Bit-Reihen übereinstimmen. Ist diese Übereinstimmung vorhanden (JA in Fig. 13), so kehrt der Ablauf zum Hauptablauf für den Steuerbetrieb zurück. Falls keine Übereinstimmung vorhanden ist, wird ein Ton- und/oder sichtbarer Alarm ausgelöst. Die Bedienungsperson wird so darauf aufmerksam gemacht, daß eine elektrische Fehlauslösung im Analog/Digital-Wandler 22 vorliegt.

Fig. 15 zeigt die Schaltungsausführung für eine derartige Überprüfung. Es ist eine Vielzahl von Digital-(Bitreihen-)Komparatoren 117 bis 122 vorhanden entsprechend der Zahl der Referenzbitreihen, um die jeweils vom A/D-Wandler 22 zur CPU 233 abgegebene Bit-Reihe mit einer der Referenzbitreihen REF 1 bis REF 6 zu vergleichen, und alle abgegebenen Spannungssignale der Digitalkomparatoren 117 bis 122 liegen an jeweiligen Eingängen eines UND-Gatters 124 an. Falls der A/D-Wandler 22 normal arbeitet, wird die den Ausgangssignalen A bis E entsprechende Bit-Reihe mit einer der Referenzbitreihen REF 1 bis REF 6 übereinstimmen. In diesem Fall ist das Ausgangssignal des UND-Gatters 124 gleich "0", da irgend einer der Digital-Komparatoren 117 bis 122 ein "0"-Signal angibt, das anzeigt, daß die gegenwärtig anliegende Bit-Reihe mit einer der Referenzbitreihen übereinstimmt. Damit wird

29.03.80

- 40 -

kein Warn-Alarmsignal für die Bedienungsperson erzeugt, welches eine fehlerhafte Betriebsweise des A/D-Wandlers 22 anzeigen würde. Falls ein solches fehlerhaftes Verhalten des A/D-Wandlers 22 vorliegt, ist keine Übereinstimmung in einem der Digitalkomparatoren 117 bis 122 vorhanden, alle geben ein Signal "1" ab und dieses wird durch das UND-Gatter 124 zur Erregung eines Alarms weitergegeben. Damit kann die Bedienungsperson bemerken, daß der A/D-Wandler 22 defekt ist.

Auf diese Weise wird durch die vorteilhafte Ausgestaltung des Mikrocomputers sowohl die Ausrichtung des horizontalen Abschnittes der Gabel, als auch die Einrichtbewegung für den Mast und die störungsfreie Betriebsweise überwacht.

**4A.**  
**Leerseite**